

철강산업의 기술혁신패턴과 발전과제

The Patterns and Directions of Technological Innovation in the Steel Industry

송 성 수*

<目 次>

I. 서 론

II. 철강산업의 기술혁신패턴 분석

III. 한국 철강산업의 기술혁신 방향

IV. 맺 음 말

<Abstract>

This article prospects the patterns of technological innovation in the steel industry and suggests the directions of technological innovation in Korean steel industry.

Technological innovation patterns can be analysed through technological trends, innovation-inducing mechanism, and innovators' relationships. In the technological trends, direct coupling of manufacturing processes, lasting growth of mini-mill, and the importance of technological integration are prospected. In the innovation-inducing mechanism, while production system will be specialized, the development of new steel materials and environment-friendly technological innovation will be accelerated. In the innovators' relationships, steel industry faces more complex competition and new forms of inter-firm cooperation including M&A, joint venture, and joint R&D.

In order to cope with such changes in the technological innovation patterns, Korean steel industry need to establish core competence based on technological innovation through a great leap in R&D investment, the production of high value-added products, the development of new generation steel technologies, strategic joint R&D, comprehensive technological cooperation, and government's active support.

Key word : steel industry, technological innovation patterns, technological trends, innovation-inducing mechanism, innovators' relationships, directions of technological innovation

* 과학기술정책연구원 선임연구원(02-3284-1870, e-mail: triple@stepi.re.kr)

I. 서론

최근 우리나라에서는 새로운 산업을 육성하는 것 못지 않게 기존 산업의 경쟁력을 제고하는 것이 매우 중요한 과제로 부상하고 있으며, 전략적 우선순위의 결정에 있어서도 산업구성의 내용과 같은 거시적인 차원뿐만 아니라 산업별 혹은 제품별 혁신구조와 같은 미시적 차원의 판단이 중요해지고 있다. 이러한 상황에 적극적으로 대처하기 위해서는 각 산업의 특성과 조건에 적합한 지원을 통해 해당 산업의 자생적 경쟁력을 제고하는 것에 정책의 초점이 주어져야 한다. 이처럼 각 산업의 특성에 적합한 기술정책을 전개하기 위해서는 우선 “산업별 기술혁신패턴”이 체계적으로 검토되어야 할 필요가 있다(박용태 외, 1994; cf. Pavitt, 1984).

이 논문은 철강산업의 기술혁신패턴을 연구대상으로 삼고 있다. 철강산업은 지난 30여년 동안 “최대생산과 최대판매”라는 성장 전략을 바탕으로 급속히 성장하여, 생산규모에 있어서 우리나라는 1993년 이후에 세계 6위의 자리를 차지하고 있으며 포항제철은 1998년에 세계 1위의 철강업체로 부상하였다. 동시에 현재의 철강산업은 성숙단계에 접어들면서 생산규모의 적정화와 생산제품의 고부가가치화에 입각하여 “적정생산과 최대이익”을 추구하는 방향으로 변모할 필요성이 제기되고 있다. 더구나 1990년대에 들어와 철강산업은 “철강기술혁명”이라 부를 수 있을 정도의 급격한 기술혁신을 맞이하고 있어서 철강산업 성장의 기반이 되는 기술시스템이 크게 변모할 예정이다.

철강산업에 대한 초기의 연구는 주로 철강산업의 수급전망과 관련된 단기적인 정책 과제를 도출하거나 철강산업의 발전사를 바탕으로 국민경제에 대한 기여

도를 평가하는 데 집중함으로써 철강산업에서 기술혁신이 담당하는 역할에 충분히 주목하지 못했다(ex. 남중현, 1979 ; 곽상경 외, 1992). 최근에는 철강산업을 둘러싼 환경의 변화 및 기술개발동향을 검토하는 작업도 수행되고 있지만(ex. 윤현순 1998 ; 이일옥, 1999), 그것은 대체로 현황에 대한 소개나 평면적인 분석에 그치고 있어서 기술혁신패턴의 성격에 대한 규명으로 나아가지 못하고 있다. 이 논문에서는 철강산업에 대한 국내외 환경변화 및 기술개발동향을 고려하여 철강산업 기술혁신패턴의 전개방향을 기술추세, 혁신유발, 혁신주체의 측면에서 체계적으로 고찰하고자 한다. 이 논문은 또한 기술혁신패턴에 대한 전망을 바탕으로 우리나라 철강산업의 기술혁신방향과 관련된 몇 가지 핵심 과제를 제안할 것이다.

II. 철강산업의 기술혁신패턴 분석

산업별 기술혁신패턴이란 특정산업에서 현상적으로 나타나는 기술혁신과정의 규칙성, 그러한 규칙성을 나타내게 하는 기술혁신 결정요인의 산업별 특수성, 기술혁신을 추진하는 혁신주체의 조직적 특성 등을 포괄하는 개념이라 할 수 있다(박용태 외, 1994, p. 14). 기술혁신패턴을 구성하는 요소는 매우 다양하고 구성요소 사이에도 복잡한 인과관계가 존재할 수 있지만, 여기서는 각 요소가 갖는 성격과 역할의 유사성을 고려하여 기술추세 측면, 혁신유발 측면, 혁신주체 측면으로 구분하여 기술혁신패턴을 고찰하고자 한다. 기술추세 측면은 해당 산업의 기술변화 추세에 입각한 패턴을 말하고, 혁신유발 측면은 기술혁신을 유발하는 유인 매커니즘의 특성에 의한 패턴을 뜻하며, 혁신주체 측면은 기술혁신을 주도하는 활동 주체

및 관계에 따른 패턴을 의미한다.¹⁾

1. 기술추세 측면

기술추세 측면과 관련하여 철강산업은 차세대 혁신기술의 출현을 바탕으로 생산공정의 직결화가 적극적으로 추진되는 가운데 미니밀의 비중이 급격히 증가하는 등 과거에는 보기 어려웠던 급속한 기술변화를 경험하고 있다. 그러나, 이러한 변화에 못지 않게 기존 생산공정의 개선이나 일관제철소의 변화도 동시에 진척되고 있어서 철강산업의 기술혁신패턴은 단기적으로 급격한 변화를 경험하기보다는 기존의 공정과 새로운 공정이 혼용된 형태를 거치면서 점진적으로 진화할 것으로 보이며, 이러한 과정에서 혁신기술의 적절한 통합이 주요한 과제로 부상할 것으로 예상된다.

1980년대까지 철강생산에 필요한 주요 공정의 대부분은 다수의 배치식(Batch-type) 공정으로 구성되어 있어서 공정의 흐름을 제약하는 요인으로 작용해 왔으나, 1990년대에 접어들어 이전에 분리되어 있었던 생산공정을 생략하거나 직결화할 수 있는 혁신적인 공정기술이 출현함으로써 특정한 공정 내의 세부공정이 하나로 통합되는 것은 물론 몇 개의 공정이 단일 공정으로 통합되는 경향이 가속화되고 있다(Hogan, 1996, pp.177~230 ; 윤현순, 1998 ; 이일옥,

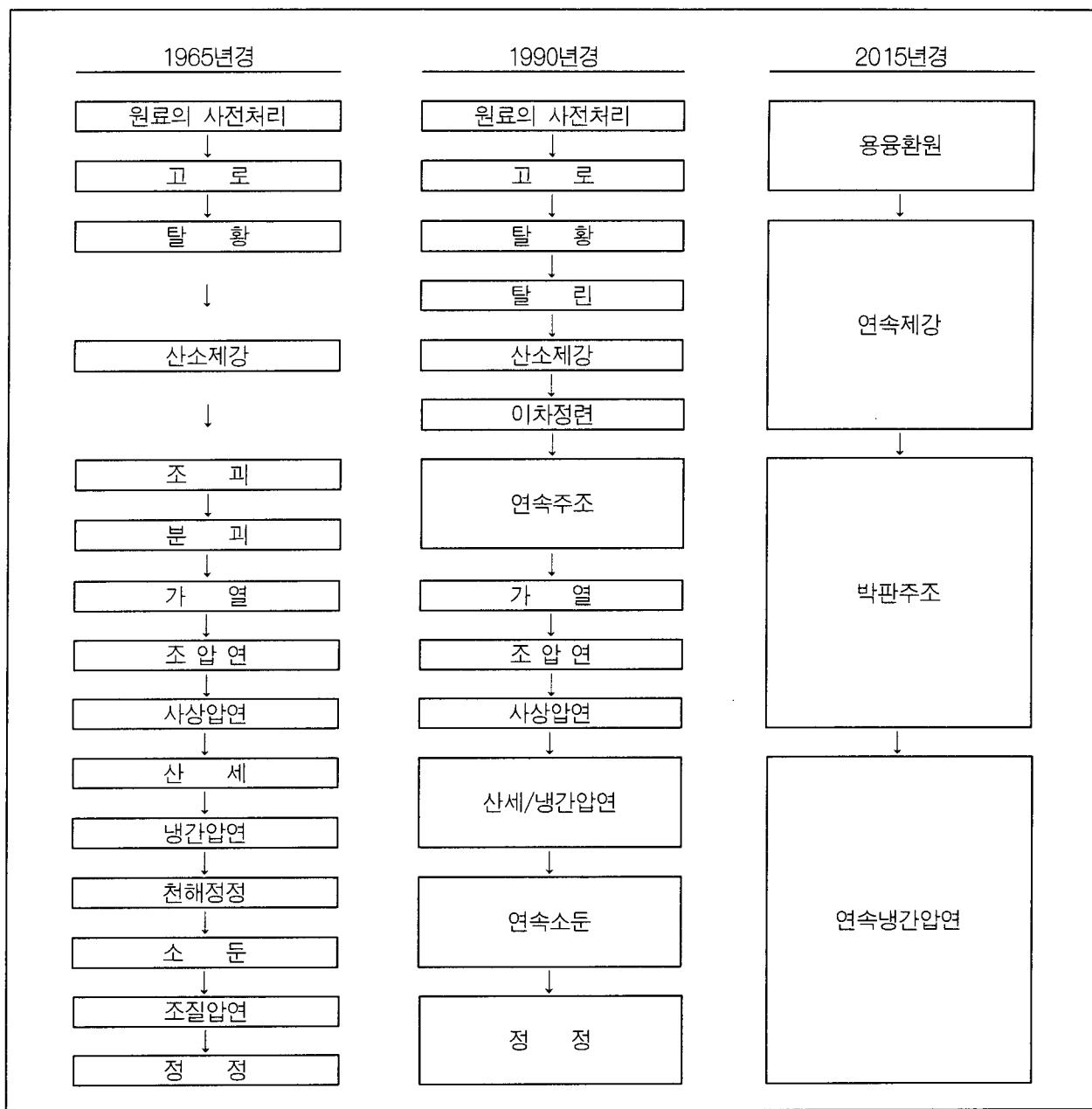
1999). 제선 부문의 경우에는 소결공정이나 코크스공정과 같은 사전처리공정을 생략하고 분광석이나 일탄으로 용선을 제조할 수 있는 용융환원법(Smelting Reduction)이 개발되어 상업화 단계에 진입하고 있으며²⁾, 제강 부문에서는 용선예비처리, 산소제강, 이차정련의 3단계로 나누어져 있었던 것을 하나의 공정으로 통합하는 전로일원처리기술이 개발되어 연속적으로 강을 제조할 수 있게 되었다. 또한, 기존의 연속주조공정과 열간압연공정의 일부(연속주조, 가열, 조압연)를 통합한 박슬래브주조법(Thin Slab Casting)이 널리 보급되고 있고 연속주조공정과 열간압연공정 전체를 통합한 박판주조법(Strip Casting)도 상용화 단계를 밟고 있으며, 냉연 부문의 경우에는 이전에 7개의 공정으로 분할되어 있었던 것이 현재 3개의 공정으로 단축된 후 완전통합공정라인(Fully Integrated Process Line)이라는 하나의 공정으로 통합하려는 시도가 이루어지고 있다.

이러한 혁신공정기술이 모두 상용화될 경우에는 냉연강판을 제조하는 데 사용되는 공정의 수자가 용융환원, 연속제강, 박판주조, 연속냉간압연의 4개로 현격히 감소하게 된다([그림 1] 참조).

이처럼 1990년대에 접어들면서 세계 철강기술은 100여년 전에 베세머(Bessemer) 제강법이 개발된 이래 최대의 변혁기를 맞이하고 있으며, 이러한 경향은 앞으로 더욱 가속화될 전망이다. 그러나, 차세대 혁신기

1) 이와 관련하여 박용태 외(1994)는 산업별 기술혁신패턴에 대한 분석틀로서 기술속성 측면, 혁신주체 측면, 혁신유발 측면으로 구분하고 있는데, 이 논문에서는 "기술속성" 대신에 "기술추세"라는 분석틀을 사용하고자 한다. 기술속성 측면은 여러 산업을 비교할 경우에 유용한 개념이라 할 수 있지만, 특정한 산업의 기술혁신패턴을 분석할 경우에는 적절하지 않은 것으로 보인다. 기술속성은 어떤 산업을 구성하는 기술이 다른 산업부문의 기술에 비해 독특하게 가지고 있는 성격을 지칭하는 것이기 때문에 시간적 요소에 따라 해당 산업에서 벌어지고 있는 기술혁신 추세의 변화를 충분히 포착할 수 없는 한계를 가지고 있는 것이다.

2) 용융환원법과 관련하여 포항제철은 1996년 12월에 세계 최초로 코렉스(COREX: Coal Ore Reduction)법의 상용화에 성공한 바 있고, 코렉스 설비의 단점인 분광 사용의 제약을 해소할 목적으로 파이넥스(FINEX: Fine Iron Ore Reduction)법의 개발에 박차를 가하고 있다(포스코신문, 1999. 11. 18).



자료 : 下村泰人(1994, p.50)을 참조하여 작성.

[그림 1] 철강제조 공정의 변천 추이

술의 본격적인 도입은 신기술이 기존 기술에 비해 낮은 제조원가를 보장할 수 있을 때 가능할 뿐만 아니라 새로운 공정의 개발에 못지 않게 기존 기술의 개선도 다각도로 전개되고 있어서 철강산업의 핵심 공정이 빠른 시일 내에 완전히 변경되기는 어려울 것으로 보

인다. 예를 들어 기존의 고로법을 대체할 것으로 예상되는 용융환원법의 경우 100만톤 규모의 용융환원로가 상업화되면 100만톤 규모의 고로보다 제조원가가 떨어지지만 300만톤 규모의 고로에 비해서는 여전히 제조원가가 높은 것으로 예측되고 있다(<표 1> 참조).

따라서 용융환원로는 상대적으로 적은 규모의 고로를 대체하는 용도로 활용될 가능성은 높지만 용융환원로가 대형 고로를 대체하기 위해서는 추가적인 기술혁신이 뒤따라야 한다. 또한, 고로 설비의 개선, 조업방법의 개선, 보수기술의 개발 등을 통하여 기존 고로의 수명을 연장하려는 시도가 활발히 이루어지고 있어서 용융환원로가 고로를 대체하는 시점은 더욱 늦어질 수도 있다. 반면에 환경오염에 관한 규제가 강화되어 기존 고로로는 적절한 기준을 만족시킬 수 없을 경우에는 용융환원로로 대체되는 시점이 더욱 빨라질 수도 있다. 이러한 점을 종합적으로 고려해 본다면 선진 철강업체의 경우에는 2005년 전후로, 포항제철의 경우는 2010년 경에 기존의 고로를 용융환원로로 대체할 가능성이 높은 것으로 보인다.

앞서 언급한 차세대 혁신철강기술 중에서 연속주조공정과 열간압연공정을 결합한 박슬래브주조법은 미니밀의 성장과 직결되어 있다(D'Costa, 1999, pp. 140~168). 1960년대부터 상업화되기 시작한 연속주조기는 처음에 생산능력이 한정되어 있어서 소규모 전기로 업체들이 우선적으로 채용하는 결과를 유발하였다. 이에 따라 1960년대 중반부터 작은 투자비로

도 조강류를 효율적으로 생산할 수 있는 미니밀이 급속도로 확대되어 1980년대 중반에는 미니밀이 조강류 시장의 대부분을 지배하게 되었다. 조강류 시장에서 추가적인 성장의 한계에 직면하자 미니밀은 판재류 제품의 생산가능성을 진지하게 고려하기 시작했는데, 1989년에 뉴코어(Nucor)사가 박슬래브주조법을 채택하여 열연코일을 비롯한 판재류 시장에도 진출함으로써 바야흐로 미니밀은 일관제철소와 본격적인 경쟁의 상대로 부상하였다. 이러한 과정에서 전기로업체가 전체 조강생산에서 차지하는 비중도 1960년 11.0%에 불과했던 것이 1998년에는 34.2%로 급격히 증가하였고, 우리나라의 경우에도 1998년 기준으로 40.3%를 차지하고 있다.

미니밀은 최소효율규모가 일관제철소에 비해 훨씬 적어서 미니밀의 규모는 조강 연산 15만톤에서 100만톤 정도에 이르는 반면 일관제철소의 규모는 연산 100만톤 이상으로 1,000만톤을 넘는 경우도 많다. 이에 따라 미니밀은 일관제철소에 비해 초기 투자비가 적게 들고 소규모의 인원으로도 운영할 수 있으며 생산체제를 탄력적으로 조절할 수 있는 잇점을 가지고 있다. 또한, 미니밀의 경우에는 고철을 주원료로 하고

〈표 1〉 고로법과 용융환원법의 특성 비교

	고로법			용융환원법	
	70만톤	100만톤	300만톤	COREX(60만톤)	FINEX(100만톤)
원료	피광석, 점결탄			펠릿, 일반탄	분광석, 일반탄
사전처리	필요(소결공정 및 코크스공정)			불필요(펠릿 제외)	불필요
환경투자	환경오염방지 투자 필요			환경친화적	
톤당투자비	109	100	66	86	72
쇳물원가	103	100	82	104	84

주 : 비교 기준은 고로법 100만톤을 100으로 본 것임.
 자료 : 포스코신문, 1999. 9. 2.

있기 때문에 도시 주변에 입지를 선정할 수 있어서 물류비용이 저렴하고, 별도의 사전처리공정을 거치지 않기 때문에 공해 문제와 관련된 비용이 적게 소요된다(김세윤·허윤, 1996, pp.112~125). 이러한 장점으로 인하여 미니밀은 일관제철소에 비해 매우 낮은 제조원가를 보이고 있는데, 미국의 경우 1999년 3월을 기준으로 냉연제품 1톤을 출하하는 데 소요되는 총비용은 일관제철소가 482달러인데 반해 미니밀은 372달러에 불과한 것으로 나타나고 있다(WSD, 1999).

그러나, 미니밀의 급속한 성장의 계기가 되고 있는 박슬래브주조법이 어느 정도 활용될지는 분명하지 않다. 미니밀은 계속 반복된 고철을 사용하기 때문에 제품의 질이 떨어져 고급 판재류의 생산에는 적합하지 않으며, 아직까지 얇은 슬래브 주조시 발생하는 표면결함에 관한 문제도 완전히 해결되지 않은 상태이다. 이에 따라 최근에는 미니밀에서 고철 이외에 용선을 사용함으로써 품질을 고급화하려는 시도가 이루어지고 있으며, 박슬래브주조법보다는 기술적 위험성이 적은 중간슬래브 방식으로 표면결함을 최소화하려는 시도가 이루어지고 있다. 더구나 박슬래브주조법은 전기로 미니밀뿐만 아니라 일관제철소에서도 채택할 수 있는 공법이기 때문에 박슬래브주조법의 확산을 미니밀의 성장과 반드시 결부시킬 수는 없다. 또한, 직접환원법이 상용화되고 표면결함의 문제가 해결되어 박슬래브주조법이 안정화될 경우에도 그보다 한 차원 높은 기술인 박판주조법에 대한 개발이 진척되고 있어서 박슬래브주조법이 어느 정도로 확산될지는 의문이다.

이처럼 차세대 혁신기술은 제조원가, 사용원료, 품질안정 등에서 아직 해결되어야 할 문제를 가지고 있기 때문에 기존의 기술시스템이 새로운 기술시스템으로 대체되는 타이밍을 정확하게 예측하기는 힘들

다. 게다가 철강산업의 기술패러다임이 변모하는 과정에서는 일관제철소와 미니밀이 혼합된 기술시스템이 등장할 가능성도 많다. 예를 들어 1999년 1월에 남아공화국의 Saldanha Steel은 “Integrated Compact Mill”이라고 불리는 혼합형 시스템을 채택하여 가동에 들어갔는데, 그것은 고철, 용선, 직접환원철을 동시에 사용하면서 전기로 제강을 거쳐 박슬래브주조법을 통해 열연코일을 생산하는 철강제조공정을 채택하고 있다. 이와 같은 혼합형 제철소의 경우에도 전기로는 전로로 대체될 수 있으며 박슬래브주조기는 중간슬래브주조기로 대체될 수 있다(이일옥, 1999, p.35). 특히, 차세대 혁신철강기술의 경우에는, “기술의 르네상스 시대”라고 할만큼, 과거와는 달리 매우 다양한 공법이 출현하는 현상이 현저하게 나타나고 있으므로, 새로운 철강기술을 개발하는 것 못지않게 여러 가지 혁신기술의 가능성을 적절히 선택하여 통합함으로써 독자적인 철강기술시스템을 구축하는 것도 매우 중요한 과제로 부상할 것으로 보인다(cf. Iansiti, 1998).

2. 혁신유발 측면

혁신유발 측면에서는 철강재 소비의 둔화, 고급강재에 대한 수요 증가, 환경규제의 강화 등과 같은 철강수요의 양적·질적 변화를 배경으로 기술혁신에 대한 유인이 크게 확대되면서 생산체제의 전문화, 신강재의 개발, 환경친화적 기술개발 등이 보다 본격적인 이슈로 등장할 것이다.

우선, 세계 철강산업은 성장세가 둔화되는 가운데 철강업계의 성장방식이 “최대 생산과 최대 판매”에서 “적정 생산과 최대 이익”을 추구하는 방향으로 변모할 것이다. 과거에는 철강재를 소비하는 산업의 시장

규모가 지속적으로 증가하는 추세에 있어서 철강재를 최대한 생산하여 최대한 판매하는 것이 철강업체의 주된 성장방식이었다. 그러나, 그 동안의 규모 확장으로 철강생산량을 증대시킬 수 있는 여지가 점점 줄어들고 있을 뿐만 아니라 철강수요산업의 시장규모 증가세가 둔화되고 있어서 철강업체가 과거와 동일한 방식으로 지속적인 성장을 도모하기 어렵게 되었다. 이러한 배경에서 세계 철강업계는 1990년대를 전후로 치열한 경쟁 국면을 맞이하게 되었으며, 이에 따라 리스트럭처링을 통한 경비 삭감에서 생산체제의 전문화를 통한 경쟁력 강화에 이르기까지 적정 생산으로 최대 이익을 추구하는 방향으로 성장전략을 수정하고 있다(포스코경영연구소 철강본부, 1996).

예를 들어, 일본 철강업체는 1990년대에 들어와 해당 제품을 경쟁력있게 생산하는 제철소별로 집약하여 경쟁력을 강화하는 작업을 추진하고 있다. 즉, 경쟁력을 갖춘 제철소는 설비갱신 투자를 통해 효율성을 한층 높여가는 한편, 생산성이 낮거나 채산성이 떨어지는 제철소는 과감히 폐쇄해 나간다는 것이다. 이와 관련하여, 장은중합연구소는 일본의 철강업체를 세가지 유형으로 분류하여 각 제철소별로 경쟁력 있는 제품의 생산에 특화할 것을 권고하고 있다. 첫째는 조강 생산성 및 매출액 생산성이 높은 대규모 제철소로서 냉연강판 및 표면처리강판과 같은 하공정 분야를 중심으로 운영되는 것이 바람직하다. 두 번째 유형은 조강생산성은 다소 떨어지지만 고급제품으로 특화함으로써 매출액 생산성이 매우 양호한 제철소이다. 세 번째 유형은 설비의 배치가 매우 비효율적이고 조강 생산성과 매출액 생산성이 크게 저조한 제철소로서 이 경우에는 공장의 폐쇄 혹은 이관이 필요하다(長銀總合研究所, 1995). 이처럼 각 제철소별로 생산체제를 전문화하는 것은 해당 제철소가 경쟁력

을 갖추고 있는 제품으로 특화함으로써 전체 생산규모를 축소하더라도 이익은 최대화하기 위한 조치로 풀이된다.

그러나, 철강재에 대한 수요 둔화현상이 모든 품목에 해당되는 것은 아니며, 세계 각국의 경제구조가 더욱 고도화됨에 따라 고급강재에 대한 수요는 오히려 증가할 것으로 전망된다. 이와 관련하여 주목할 만한 현상은 철강산업을 둘러싼 시장의 성격이 공급자 주도에서 수요자 중심으로 변모되면서 철강재의 다양화, 고급화, 고기능화 등에 대한 요구가 급증하고 있다는 점이다. 즉, 자동차, 건설, 가전, 조선 등의 철강수요산업의 구조개편이 가속화되는 가운데 편의성 향상, 제조비용 감소, 경량화, 환경오염 감소 등에 대한 요구가 증가하고 있으며 그 조건이 보다 엄격해지고 있는 것이다. 강도가 뛰어나고 무게가 가벼운 자동차용 강판, 부식 및 화재에 견딜 수 있는 구조용 강판, 환경친화적인 가전제품용 강판, 강도와 용접성을 향상시킨 조선용 강판 등은 그 대표적인 예이다(탁승문, 1998). 이에 따라 향후 철강산업의 기술혁신은 신강재 개발을 중심으로 철강수요패턴의 변화에 적극적으로 대응하는 데 초점이 주어질 것이며, 세계 철강업계는 고로업체나 전기로업체를 불문하고 보통강 위주에서 고급강의 비중을 높이는 방향으로 제품구조를 고도화하는 데 보다 많은 노력을 기울일 것이다.

신강재 개발은 철강수요패턴의 변화에 대한 대응책일 뿐만 아니라 다른 소재에 대한 경쟁력 확보나 새로운 수요 창출의 측면에서도 매우 중요한 과제이다. 자동차산업 부문에서는 알루미늄 및 플라스틱 등과 같은 대체소재가 철강재시장을 잠식하는 징후가 심화되고 있는데, 이것은 대체소재의 특별한 특성에 기인한다기보다는 자동차의 무게를 감소시키는 데 중요한 역할을 담당하고 있기 때문으로 풀이된다. 자

동차산업은 철강수요산업 중 가장 규모가 큰 산업이고 철강재가 여전히 다른 소재에 비해 가격경쟁력을 가지고 있으므로 향후 철강업계는 자동차의 경량화를 가능하게 하는 신강재를 개발하는 데 매진할 것으로 판단된다. 더 나아가 기존에 철강재가 충분히 사용되지 않았던 시장을 대상으로 새로운 수요의 창출과 관련된 신강재의 개발이 보다 강화될 것이다. 즉, 철강산업의 성장세가 둔화되면서 기존의 단순한 판매활동으로는 철강재 수요 확보가 점점 어려워진다는 관점에서 철강재의 고유한 특성을 살린 수요창출 활동이 적극적으로 추진되는 것이다. 그 대표적인 예로는 스틸하우스(Steel House)와 스틸캔(Steel Can)을 들 수 있는데, 향후 철강업계는 이러한 분야에서 강종개발, 제품개발, 사용기술개발 등과 관련된 기술혁신에 보다 공격적인 투자를 전개할 것으로 보인다.

세계적으로 환경에 대한 관심이 높아지고 국제환경규제가 강화되고 있는 것은 주지의 사실이다. 철강산업과 관련된 대표적인 환경협약으로는 기후변화협약과 바젤협약을 들 수 있다(김정희·이병욱, 1996; 김주한, 1999, pp.30~31). 기후변화협약은 이산화탄소의 배출을 억제하려는 협약으로서 1992년 리우에서 열린 유엔환경개발회의에서 채택된 후 1997년 12월에 일본 교토에서 개최된 당사국 회의에서는 2008~12년에 선진국과 체제전환국의 이산화탄소 배출량을 1990년에 비해 5.2% 감축하기로 합의된 바 있다. 이에 따라 국내 전체의 13%, 제조업 전체의 25%에 달하는 이산화탄소를 배출하고 있는 철강산업은 상당한 타격을 받을 것으로 예상된다. 바젤협약은 유해폐기물의 처리통제 및 국가간 이동에 관한 협약으로서 1992년 5월에 발효되었는데, 철강산업의 경우에 직접적으로 관련된 유해폐기물은 거의 없으나 철강 제조시 발생하는 부산물에 대한 적극적인 관심이

요청된다. 또한, 우리나라에서도 1997년부터 청정원료 사용 의무화제도와 배출 기본부과금제도를 실시하는 등 환경규제가 점차 강화되고 있는 추세이다. 이처럼 환경문제가 더 이상 철강산업의 외부요인이 아니라 내부요인으로 자리잡게 되면서 철강산업은 점점 보다 많은 환경비용을 지불하게 될 것이며 환경기술의 확보 여부에 따라 향후 경쟁력이 결정될 것으로 판단된다.

이와 같은 환경규제의 강화에 직면하여 선진 철강업계들은 에너지효율을 향상시키고 환경오염을 최소화할 수 있는 환경친화적인 기술개발을 적극적으로 추진하고 있다. 규제물질의 발생을 최소화할 수 있는 연료로의 전환, 대체에너지 개발을 통한 대기오염 물질의 축소, 에너지 효율을 개선시키기 위한 설비 및 조업기술의 개발, 오염물질 및 폐기물 배출을 최소화하는 청정기술의 도입과 개발 등은 그 대표적인 예이다. 더 나아가 철강제품의 강도를 증가시키고 무게를 감소시킬 경우에는 에너지 사용량과 강재 사용량을 줄일 수 있고, 철강제품의 내식성 및 내열성을 향상시킬 경우에는 에너지 소비 효율을 향상시키거나 제품수명을 장기화할 수 있는 이점이 있으므로 새로운 강재의 개발을 통해 환경오염을 방지하는 노력도 더욱 심화될 것이다. 아울러 오염물질의 배출량을 급격히 감소시키면서도 제조원가를 대폭 절감할 수 있는 용융환원법이나 박판주조법 등과 같은 차세대 혁신 철강기술의 개발 및 상용화도 환경규제에 대응하는 차원에서 보다 적극적으로 추진될 것으로 보인다.

3. 혁신주체 측면

혁신주체 측면에서 철강산업의 기술혁신패턴은, 첫째, 전통적 영역 구분을 넘어선 복합적 경쟁구도의

〈표 2〉 권역별 조강 생산량 추이

(단위 : 백만톤)

구 분	1970년(A)	1980년	1990년	1999년(B)	B-A
선진공업국	465	580	494	495	30
개발도상국	46	86	145	230	184
구 공 산 권	196	293	338	323	127
세 계 합 계	707	959	977	1,048	341

자료 : IISI(1999).

전개, 둘째, 기업간 통합의 강화와 전략적 제휴의 선진화로 대표되는 새로운 제도의 구성, 셋째, 수요업체 및 엔지니어링업체와의 공동연구로 인한 혁신네트워크의 확대 등이 현격히 강화되는 방향으로 전개될 것으로 보인다.

선진공업국과 개발도상국의 경쟁은 지난 30여년 동안 꾸준히 증가해 왔지만 1990년대 이후에는 그 정도가 훨씬 치열해지고 있다. 조강 생산량의 변화 추이를 보면, 선진공업국의 경우는 1970년 4억 6,500만톤, 1980년 5억 8천만톤, 1990년 4억 9,400만톤, 1999년 4억 9,500만톤으로 1970년대에는 증가 추세를 보이고 있는 반면 1980년대 이후에는 감소 혹은 정체 상태를 보이고 있고, 개발도상국의 경우는 1970년 4,600만톤, 1980년 8,600만톤, 1990년 1억 4,500만톤, 1999년 2억 3천만톤으로 지속적인 증가추세를 보이고 있다(<표 2> 참조). 이것은 1980년대 이후에 선진공업국에서는 철강수요가 정체되고 원가경쟁력이 뒤떨어져 설비투자보다는 합리화투자로 선회한 반면, 개발도상국은 급속한 경제성장과 저렴한 노동력을 바탕으로 생산능력 증강을 위한 투자를 적극적으로 추진한 데서 기인하고 있다. 이러한 과정에서 1990년대 중반까지는 선진공업국이 고급강재에 특화하고 개발도상국이 보통강재를 생산하는 국제분업구조가 지속되었다고 볼 수 있으나, 최근에는 선진공업

국의 철강업체가 혁신철강기술의 적극적 활용과 극한적인 리스트럭처링을 통해 보통강재에서 원가경쟁력을 회복하고 있고 개발도상국의 선진적인 철강업체가 고급강재 시장에 적극적으로 진입함으로써 전통적인 영역 구분이 무너지기 시작하고 있다.

이러한 현상은 고로업체와 전기로업체 사이에서도 나타나고 있다. 일반적으로 판재류는 고로업체, 조강류는 전기로업체가 특화되어 생산하는 것으로 간주되어 왔지만, 박슬래브주조법의 도입으로 전기로업체가 판재류 부문에 진입함으로써 전통적인 영역 구분이 점점 무의미해지고 있다. 게다가 고로업체도 노후된 제철소를 전기로 미니밀로 대체하거나 몇몇 조강류에 특화되는 경우도 있어서 고로업체와 전기로업체가 동일한 제품 시장에서 경쟁하는 새로운 구도가 나타나고 있다. 더 나아가 전기로업체의 생산규모가 증가하고 고로업체와 전기로업체가 서로의 기술혁신을 수용하고 있으며 고로업체와 전기로업체 간의 통합도 진척되고 있는 등 21세기의 철강업체는 매우 복합적인 경쟁구도 속에서 치열한 경쟁을 전개할 것으로 보인다.

또한, 세계 각국의 철강업체들은 1990년대에 들어와 경영환경의 급속한 변화에 대응하여 업종과 국경을 초월한 기업간 통합을 적극적으로 추진하고 있다. 미국의 경우에는 동일한 업종을 넘어 고로업체와 전

기로업체, 전기로업체와 고철업체의 통합이 진척되고 있고, 유럽의 경우에는 대형 철강업체가 잇달아 통합됨으로써 Big 5(Arbed Group, Usinor, British Steel-Hoogovens, TKS, Riva) 체제가 구축되었다. 특히, 최근에 전개되고 있는 대형업체의 통합으로 인하여 세계 철강업체의 순위는 1997년 이후에 빈번히 뒤바뀌는 양상을 보이고 있다(<표 3> 참조). 이에 따라 일부에서는 향후 10년 내로 세계 10대 철강업체들의 조강 생산량이 현재의 1억 7천만톤에서 3~4억톤으로 증가하여 시장지배력을 크게 강화할 것이라는 전망도 나오고 있다. 이러한 철강업체의 통합은 이전과 같이 규모의 경제를 실현하는 차원을 넘어 경쟁력을 갖춘 영역에 역량을 집중하거나 동일한 기술시스템에 입각한 생산구조로 재편하는 등 기술혁신을 중심으로 한 성장전략을 도모하기 위한 사전조치의 성격을 띠고 있어서 그 귀추가 주목되고 있다.

기업간 협력에 있어서는 새로운 유형의 합작투자나 전략적 제휴가 강화되고 있다. 즉, 기존의 기업간

협력관계가 저렴한 원료조달과 판매시장의 확보를 주요 목적으로 했던 반면, 최근의 기업간 협력관계에서는 품질의 향상이나 기술의 전문화를 추구하는 경향이 더욱 강화되고 있다. 예를 들어 미국 철강업체의 합작투자 내용을 살펴보면, 1980년대까지는 열연 제품에 대한 합작투자나 판재류에 대한 포괄적 제휴가 대부분이었지만, 1990년대에는 도금제품과 같은 고부가가치강이나 차세대 혁신기술에 집중되어 있다는 점을 알 수 있다(D'Costa, 1999, p.130). 더 나아가 지분의 참여 없이 컨소시엄을 구성하여 기술을 지원하거나 공동연구 프로젝트를 추진하는 형태의 전략적 제휴도 강화되고 있다. 이와 관련하여 포항제철이 10개국의 19개 기관과 35건의 공동연구개발을 추진하여 기술력 확보는 물론 기술 판매료 수입을 거두고 있다는 것은 주목할 만하다(포스코신문, 1999. 7. 15).

공동연구개발과 관련해서는 철강업체 사이의 협력을 넘어 철강업체와 수요업체, 그리고 철강업체와 엔지니어링업체의 협력이 강화됨으로써 철강산업을 들

<표 3> 최근 세계 철강업계의 주요 합병 사례

일 시	인수업체	대상업체	비 고
1998년 5월	Usinor (프랑스)	Cockerill (벨기에)	적자 상태에 있었던 특수강 부문을 매각하고 보통강 및 스테인레스 판재류 부문에 역량을 집중하기 위한 구조조정
1998년 5월		CST (브라질)	
1998년 10월		Acesita (브라질)	
1998년 6월	Ispat (네덜란드)	Inland (미국)	동일한 기술체계(DRI-전기로-연주)로 재편함으로써 수익성 강화
1999년 3월	Thyssen (독일)	Krupp (독일)	유럽 최대의 판재류 업체로 부상
1999년 6월	Co Steel (캐나다)	Slater Steel (캐나다)	연간 400만톤 규모의 북미 최대 미니밀 업체 탄생
1999년 6월	British Steel (영국)	Hoogovens (네덜란드)	폴란드의 Huta Katowice를 인수할 경우 세계 최대 철강업체로 부상

자료 : 김주한(1999, p.26).

러싼 혁신네트워크가 현격히 확대될 것이다. 수요업체와의 협력이 강화되고 있는 분야는 신강재 개발 분야로서, 특히 자동차산업의 경우에는 자동차업계의 요구를 파악하고 관련 기술을 지원받을 목적으로 활발히 추진되고 있다. 철강업체와 엔지니어링업체의 협력은 차세대 혁신공정 분야에서 활발히 전개되고 있으며, 특히 용융환원법과 박판주조법의 경우에는 이러한 경향이 두드러지고 있다. 수요업체 및 엔지니어링업체와의 공동연구개발은 기술개발의 우선순위 결정, 기술개발 속도의 향상, 개발한 기술의 상용화 촉진 및 판매선 확보 등에 크게 기여함으로써 기술개발의 실효성을 현격히 증가시킬 것으로 보인다. 아울러 다른 업종과의 공동연구개발이 본격화되면서 철강업체 내부적으로는 연구개발 부문과 마케팅 부문의 상호작용이 강화될 것이고 공동연구개발 주체의 상이한 접근방식을 통합적으로 조정할 수 있는 능력이 요망될 것이다.

Ⅲ. 한국 철강산업의 기술혁신 방향

우리나라 철강산업은 기술도입 단계와 기술내재화 단계를 거쳐 1990년대 중반부터는 기술창출 단계에 진입한 것으로 평가할 수 있다(송성수, 1999, pp.20~51). 이러한 과정에서 우리나라는 우수한 조업기술을 바탕으로 보통강 부문에서는 세계적으로 경쟁력 있는 제품을 생산할 수 있게 되었으나, 아직 고급강 부문에서 선진국에 비해 열위에 놓여져 있는 형편이다. 또한, 전세계적으로 차세대 혁신철강기술을 둘러싼 기술개발경쟁이 가속화되고 있는 상황에 보다 적극적으로 대처하여 기술우위를 확보해야 할 필요성도 제기되고 있다. 따라서, 앞으로 우리나라가 세계 철강

산업을 주도하기 위해서는 무엇보다도 기술을 중심으로 한 핵심역량을 구축해야 할 것이다. 특히, 철강산업의 기술혁신에는 엄청난 노력과 비용, 그리고 많은 시간이 소요되므로 보다 장기적인 안목에서 지속적으로 기술혁신활동을 전개해 나가는 것이 필요하다. 이러한 전제 하에서 본 질에서는 연구개발투자의 대폭 확대, 생산제품의 고부가가치화, 혁신철강기술의 개발 및 상용화, 긴밀한 공동연구개발체제의 구축, 종합적인 기술협력관계의 모색을 중심으로 철강산업의 기술혁신방향을 검토하고자 한다.

첫째, 아직까지 철강업계에 잔존하고 있는 기술경시 풍조를 배격하고 연구개발에 대한 투자를 대폭 확대해야 한다. 우리나라 철강업계의 매출액 대비 연구개발투자의 비율은 1995년에 1.34%로 최고점을 달성한 이후 1996년에는 1.12%, 1997년에는 0.91%로 점차 줄어들었고 1998년에는 0.60%로 급격히 하락하였다. 이러한 사정은 포항제철의 경우도 비슷하여 1995년 1.96%, 1996년 1.95%, 1997년 1.53%, 1998년 1.12%의 비율을 보이고 있다. 우리나라 철강산업의 연구개발투자액이 1996년 이후에 절대적인 액수에 있어서도 감소하고 있다는 점과 우리나라 철강산업 전체의 연구개발투자에서 포항제철이 차지하는 비중이 지나치게 많다는 점은 심각한 문제점이라 할 수 있다(<표 4> 참조). 이것은 우리나라의 철강업계가 기술개발보다는 설비확장에 많은 관심을 기울여 왔으며, 최근에는 구조조정이나 통상마찰과 같은 현안과제가 대두하면서 기술개발에 대한 투자의 우선순위가 낮아지고 있는 것으로 풀이된다. 그러나 설비확장을 통한 양적 성장이 한계에 직면하고 있는 상황에서 우리나라의 철강산업이 지속적으로 발전하기 위해서는 철강업계가 적어도 매출액 대비 2% 내외의 금액을 연구개발에 투자하여 기술을 중심으로 한 핵

〈표 4〉 한국 철강업계의 연구개발투자 추이

(단위 : 억원, %)

	1993년	1994년	1995년	1996년	1997년	1998년
1. 한국 철강업계						
연구개발투자액(A)	1,501	1,309	2,261	2,132	1,905	1,334
매출액 대비 비중	1.10	0.92	1.34	1.12	0.91	0.60
2. 포항제철						
연구개발투자액(B)	982	861	1,611	1,645	1,486	1,242
매출액 대비 비중	1.42	1.18	1.96	1.95	1.53	1.12
3. 한국 철강업계 전체의 연구개발투자에서 포항제철이 차지하는 비중						
B/A	65.4	86.1	71.3	77.2	78.0	93.1

주: 한국 철강업계의 수치는 주요 철강업체 30개사(1998년은 31개사) 기준임.
 자료: 한국철강협회; 포항제철.

심역량을 구축하는 데 매진해야 할 것으로 판단된다. 특히, 선진국의 전기로업체들이 기술혁신에 적극적으로 투자하여 세계 최고의 경쟁력을 보여주고 있으며 전기로업체와 고로업체 간의 기술교류가 활발히 추진되고 있다는 점을 감안할 때, 우리나라의 전기로업체도 자생적인 성장 기반을 구축한다는 측면에서나 고로업체와의 동반 성장을 도모한다는 측면에서 연구개발투자를 지속적으로 강화해야 할 것이다.

둘째, 생산제품의 고부가가치화를 바탕으로 철강산업의 생산구조를 고도화하여 향후 철강산업의 성장잠재력을 강화시켜야 한다. 우리나라 철강산업의 제품 구조는 아직까지 기술집약도가 상대적으로 낮은 중부가가치 혹은 저부가가치 제품을 중심으로 구성되어 있다. 1995년을 기준으로 주요 철강국의 제품 구성을 살펴보면, 제품 구성에서 고급강, 중급강, 저급강이 차지하는 비율이 일본의 경우에는 각각 41%, 27%, 32%인 반면 우리나라는 21%, 42%, 37%를 보이고 있다(<표 5> 참조). 또한, 특수강 생산에 있어서는 1998년 기준으로 일본이 18.8%, 한국이 11.1%의

비율을 보이고 있고, 독일과 미국은 1997년을 기준으로 각각 20.2%와 11.6%의 비중을 보이고 있다(한국철강신문·한국철강협회, 1999, p.41). 이에 따라 우리나라의 철강업체들은 선진 철강업체들에 비해 수익구조에 있어서 상당한 열세를 보이고 있는데, 예를 들어 포항제철은 1998년에 2,560만톤의 철강제품을 판매하여 92억 달러의 매출액을 기록한 반면 신일본제철은 2,510만톤의 철강제품으로 167억 달러의 매출 실적을 올렸다.

여기서 우리는 가까운 장래에 철강 수요가 크게 증가하지 않는다 하더라도 우리나라의 경제구조가 점차 고도화됨에 따라 값싼 철강재보다는 기능이 뛰어난 고급강재에 대한 수요가 늘어날 것이라는 점에 주목할 필요가 있다. 이와 관련하여 2010년까지 철강수요 제조업의 연평균 성장률은 전기전자 6.09%, 일반기계 3.86%, 자동차 2.04%, 조립금속 1.61%, 조선 0.84%로 전망되고 있고, 전기전자 및 일반기계의 경우에도 송배전 변압기나 공작기계 등에 대한 수요는 증가세인 반면 가전제품이나 건설기계 등에 대한 수요

〈표 5〉 주요 철강국의 제품 구성

(단위 : %, 천톤)

구 분	해당 제품	브라질	한 국	미 국	일 본
고 급 강	도금강판 및 특수강	14	21	28	41
중 급 강	냉 연	13	11	12	1
	후 판	12	9	9	9
	열 연	12	22	27	17
저 급 강	탄소형강	22	37	22	32
	반 제 품	27	0	2	0
총 생 산 량		21.8	38.9	88.4	98.4

자료 : 맥켄지(주)(1998, p.29).

는 감소세를 보일 것으로 전망되고 있다(한양대학교, 1999). 즉, 철강수요산업의 성장이 과거에 비해 둔화된다 하더라도 현재의 생산규모로서도 보다 고급화된 철강제품을 생산하고 가공하는 능력은 더욱 절실히 요구하고 있는 것이다. 따라서 국내 철강업계는 지금까지 추구해 온 범용강재의 생산규모 확대를 통한 성장전략을 지양하고 도금강판이나 고장력강과 같은 고급강재의 생산비중을 높여 적정수준의 생산으로 최대 이익을 실현할 수 있도록 생산구조의 고도화를 적극적으로 추진해야 한다. 그러나, 고부가가치화를 위한 다품종 소량생산 체제는 소품종 대량생산 체제에 비해 직접생산비, 연구개발비, 서비스비용 등 상당한 비용상승을 초래하여 오히려 수익성을 악화시키는 결과를 초래할 수도 있으므로, 가능한 한 품종을 집약시키고 원가 및 수익성 관리를 철저히 해야 한다는 점도 충분히 고려되어야 할 것이다.

동시에 철강제품에 대한 수요구조를 고도화하는 것도 우리나라 철강산업의 전략적 발전을 위해 반드시 필요한 과제이다. 우리나라의 고급강 생산 비중이 일본을 비롯한 선진국에 비해 떨어지는 것은 고급강 제조기술의 개발이 충분히 진척되지 않은 면에 기인

하는 바도 크지만 관련 수요산업의 구조가 보통강 위주로 구성되어 있다는 점에서도 그 원인을 찾을 수 있다. 향후에는 국내 철강업계와 수요업계가 전략적인 관계를 구축하여 보다 장기적인 관점에서 새로운 철강수요를 개발하고 이에 적합한 철강재를 생산하는 노력이 보다 적극적으로 도모되어야 할 것이다. 아울러 스틸하우스, 철골조아파트, 강교량, 스틸캔, 금속가구, 발전소용 스테인레스강 등과 같은 새로운 시장을 창출하여 철강소비구조의 고도화를 모색할 필요가 있다. 아직 우리나라의 경우에는 선진국에 비해 철강에 대한 신수요를 창출할 여지가 많은 편이므로 적극적인 홍보활동과 이에 상응하는 기술개발이 병행된다면 새로운 철강재 시장의 개척에 있어서 적지 않은 성과를 달성할 수 있을 것이다.

셋째, 1990년대에 들어와 급속도로 전개되고 있는 차세대 혁신철강기술의 개발 및 상용화를 적극적으로 추진해야 한다. 용융환원법, 박판주조법, 차세대구조용강재 등의 혁신철강기술은 기존의 철강 공정 및 제품에 비해 시설투자비 절감, 생산비 절감, 수익성 증가, 환경비용 절감 등의 측면에서 획기적인 돌파구가 될 것으로 기대되고 있다. 이러한 혁신철강기술을

적기에 개발 혹은 도입하지 못할 경우에는 점차 국제 경쟁력을 상실하게 될 것이므로, 우리나라의 철강산업은 혁신철강기술의 개발 및 상용화에 있어서 적어도 다른 선진국과 비슷한 위치에 있어야 하며, 더 나아가서는 몇몇 부분에서 세계를 선도할 수 있는 기술 능력을 배양해야 할 것이다. 혁신철강기술의 개발을 위해서는 철강업계의 지속적인 노력과 정부의 적극적인 지원이 절대적으로 필요하다. 이와 관련하여 포항제철이 박판주조법 및 용융환원법의 개발과 상용화에 발빠른 대응을 보이고 있고 최근에 정부가 신강재개발에 관한 지원을 전개하기 시작했다는 점은 주목할 만하다(<표 6> 참조). 앞으로는 전기로업체도 혁신철강기술에 대한 연구개발에 보다 적극적인 관심을 기울여야 할 것이고, 정부도 경영악화로 투자여력이 약화된 전기로업체의 연구개발지원대책을 조속히 마련해야 한다. 아울러 각 철강업체는 자사의 사정에 적합하게 해당 혁신기술을 선택하고 통합함으로써 독자적인 철강기술시스템을 구축하는 데 지속적인 노력을 기울일 필요가 있다.

이와 관련하여 최근에 미국과 일본을 비롯한 선진국에서는 21세기 중장기 철강산업의 지속적인 성장과 국제경쟁력 우위 확보를 목표로 철강산업 기술이정표(Steel Industry Technology Roadmap, STR)를 작성한 바 있다(AISI, 1998; 윤현순, 1999). 특히, 일본에서는 1997년에 통상산업성의 지원으로 “철강과학기

술전략책정특별위원회”가 설치되는 것을 계기로 철강기술이정표의 작성과 철강기술혁신전략의 수립이 적극적으로 추진되어, 1999년 5월에는 동 위원회가 철강기술이정표의 작성을 완료하였고 일본철강협회는 21세기 철강기술 연구개발의 지침서에 해당하는 “철강과학기술전략”을 확정하였다. 우리나라의 경우에도 이러한 선진국의 경험을 토대로 향후 30년에 걸친 철강기술혁신에 대한 비전을 조속한 시일 내에 정립해야 할 것으로 판단된다. 이를 위해서는 한국철강협회를 중심으로 산업계, 연구계, 학계, 정부가 공동으로 참여하는 형태의 작업이 적극적으로 추진되어야 하며, 그 내용에는 우리나라 철강산업의 기술수준에 대한 구체적인 파악, 우리의 여건을 감안한 철강기술이정표의 작성, 국내외 환경변화에 대응할 수 있는 중장기적 기술혁신전략의 수립 등이 포함되어야 할 것이다.

넷째, 세계적 수준의 기술혁신을 가속화하고 철강 수요패턴의 변화에 적극적으로 대응하기 위해서는 해외기관, 대학, 수요업체 등과 긴밀한 공동연구개발 체제를 구축해야 한다. 세계적으로 기술혁신의 속도가 가속화되고 기술보호주의가 강화되고 있는 상황에서는 외국의 연구기관이나 엔지니어링 업체와의 공동연구개발이 무엇보다도 중요하다. 특히, 우리나라의 철강업체와 해외 연구기관이 보유하고 있는 기술을 상호보완적으로 활용하면 신기술개발 기간을

〈표 6〉 주요 혁신철강기술개발사업의 현황

과 제 명	핵심개발주체	개발비	개발기간	비 고
스트립 캐스팅 기술개발	포항산업과학연구원	817억원	1989. 1~ 2000. 12	민간단독
용융환원제철기술개발	포항산업과학연구원	600억원	1990. 11~ 2000. 12	정부지원 222억원
차세대 구조용 강재 개발	포항제철기술연구소	323억원	1997. 12~ 2002. 9	정부지원 129억원

자료 : 한국신철강기술연구조합.

단축하고 해당 기술의 완성도를 향상시킬 수 있는 효과를 누릴 수 있다. 또한, 우리나라의 철강업체는 기초기술기반이 매우 취약한 상태이므로 산학협동 연구프로그램을 강화하여 대학의 가용자원을 적극적으로 활용해야 한다. 산학협동연구는 기업이 필요로 하는 요소기술을 확보하기 위한 단기적 차원의 위탁연구는 물론 우수한 연구개발인력을 양성하기 위한 장기적인 관점에서 추진될 필요가 있다. 이보다도 더욱 중요한 과제는 철강업체가 수요업체와 긴밀한 공동연구개발체제를 구축하여 신강재 개발의 저변을 확대하고 효율성을 제고하는 데 있다. 수요업체와의 공동연구개발은 철강수요패턴의 변화에 신속하게 대응할 수 있는 계기로 작용할 뿐만 아니라 신제품 개발 시 판로를 안정적으로 확보함으로써 연구개발의 효과를 극대화하는 데 크게 기여할 것이다.

다섯째, 한국의 철강업체는 국내외 철강업체는 물론 관련 중소기업이나 설비업체 등과 보다 기술혁신지향적인 협력관계를 구축해야 할 것이다. 철강기술의 발전 속도가 빨라지고 기술수명주기가 단축되는 상황에 직면하여 선진 철강업체와 기술정보를 교환하는 일은 매우 중요한 과제로 부상하고 있다. 특히, 철강기술은 설비에 체화되어 있는 경우가 많아서 공식적인 자료로 기술개발 현황을 파악하는 데에는 한계가 있으므로 다양한 경로를 최대한으로 활용하여 선진 철강업체와 유용한 기술정보를 교환하는 데 보다 많은 노력을 기울여야 할 것이다. 국내적으로는 고로업체와 전기로업체, 대기업과 중소기업, 철강업체와 엔지니어링업체 사이에 종합적인 기술협력관계를 구축하는 데 매진해야 한다. 박슬래브구조법을 비롯한 많은 혁신철강기술은 고로업체와 전기로업체 모두에게 적용될 수 있는 만큼, 긴밀한 협력관계를 바탕으로 기술개발의 실효성을 제고하여 시너지 효과를 극

대화하는 것이 필요하다. 또한, 대규모 철강업체가 모든 기술개발을 담당하는 것은 가능하지도 않고 바람직하지도 않으므로 기술지도와 연구개발지원 등을 통하여 중소기업의 철강 관련 업체가 특정 분야로 전문화된 기업으로 성장할 수 있도록 도모해야 한다. 더 나아가 우리나라의 철강산업도 철강설비를 자력으로 구축해야 할 과제에 직면하고 있고 몇몇 엔지니어링업체는 설비국산화와 관련된 경험과 능력을 어느 정도 구비하고 있으므로, 철강생산업체와 엔지니어링업체와의 긴밀한 협력을 바탕으로 철강설비의 자체개발을 적극적으로 추진하여 보다 종합적인 관점에서 철강산업의 발전을 도모할 필요가 있다.

IV. 맺 음 말

우리나라의 산업구조가 선진국과 유사한 단계에 진입하고 있는 상황에서는 새로운 산업을 육성하는 것에 못지 않게 기술혁신을 통해 철강산업과 같은 기존 산업의 경쟁력을 강화하는 것이 매우 중요한 과제로 부상하고 있다. 더구나, 최근의 철강산업은 여러 첨단 산업에 못지 않게 획기적인 기술변화를 잇달아 경험하고 있으며 이러한 경향은 앞으로 더욱 가속화될 전망이다. 또한, 철강산업은 수많은 수요산업의 발전을 뒷받침하는 국가기반산업의 성격을 띠고 있기 때문에 철강산업의 경쟁력 약화는 곧 바로 우리나라 전체 산업의 경쟁력 약화로 이어질 가능성이 매우 크다.

그러나, 정부는 지금까지 철강산업의 추세와 중요성을 충분히 인식하지 못하여 기술개발지원에 있어서 철강산업을 상대적으로 소외시켜 온 것으로 판단된다. 물론 정부가 용융환원법을 비롯한 대형 연구개발과제를 지원하는 등 지속적인 노력을 기울여 왔으

나 선진 철강국에 비해 다소 미흡한 것이 사실이다. 예를 들어 일본의 경우는 세계 철강산업의 주도권을 좌우할 차세대 혁신철강기술의 개발에 있어서 정부의 주도하에 철강업계의 참여를 유도하고 정부지원율도 70%를 상회하는 등 정부가 적극적인 역할을 담당하고 있다. 특히, 일본은 신강재 개발을 위하여 1997년부터 "Super Metal 프로젝트"와 "신세기 구조재료 개발 프로젝트"라는 2가지 대형 프로젝트를 국가 주도로 추진하고 있는데, 전자는 통상산업성 주관으로 5년간 40억엔을 투입될 예정이고 후자는 과학기술청 주도로 10년간 600억엔이 투입될 예정이다(박성호 외, 1997).

우리나라 정부도 철강산업의 기술혁신전략 수립, 차세대 혁신철강기술 개발의 가속화, 철강기술 연구개발체제의 확립 등의 영역에서 철강기술개발을 적극적으로 지원함으로써 우리나라의 철강산업이 명실상부한 세계 최고의 경쟁력을 확보할 수 있는 계기를 마련할 필요가 있다. 이를 위해서는 무엇보다도 철강산업은 기술혁신이 부진한 "옛날" 산업이라는 기존의 인식을 불식하고 철강산업 및 기술의 현안과제를 정밀하게 분석하고 조율하는 노력이 뒤따라야 할 것이다.

아울러 우리나라 철강업계도 예측이 불가능할 정도로 대내외 환경이 급속히 변모하는 무한경쟁시대를 맞이하여 새로운 경영패러다임을 구축하는 데 적극적인 노력을 기울여야 할 것이다. 무엇보다도 우리나라의 철강업계는 과거와 같은 내수시장의 양적 팽창에 의존한 성장전략에서 벗어나 수익성을 추구하는 질적 고도화에 초점을 두어야 한다. 이를 위해서는 기업경쟁력의 원천이 생산규모에 있다는 오래된 인식을 버리고 철강산업 전체의 경쟁력을 제고시킨다는 차원에서 과잉설비를 해소하는 작업을 신속히 진행시켜야

하며, 더 나아가 투자의 중점을 기존의 기술시스템에 입각한 설비확장에서 합리화 투자, 연구개발 투자, 환경 관련 투자로 이동시켜야 할 것이다.

參 考 文 獻

- 박상경 외, 「포항제철과 국민경제」, 수정당, 1992.
- 김세영, 허윤, 「한국철강산업의 분석과 전망」, 수정당, 1996.
- 김정희, 이병욱, "철강산업의 환경문제와 대응방안 : 기술개발을 중심으로", 「POSRI 철강경제」, 제1권 제4호, 1996, pp.93~108.
- 김주한, "우리나라 철강산업의 당면과제와 경쟁력 강화방안", 한국철강협회, 「제23회 철강산업발전세미나」, 1999.
- 남종현, 「철강공업의 특성과 수급구조」, 한국개발연구원, 1979.
- 맥킨지(주), 「맥킨지산업별보고서」, 매일경제신문사, 1998.
- 박성호, 권오준, 주용용, "21세기를 대비한 일본의 철강재료 연구개발 전략", 「대한금속학회보」, 제10권 제4호, 1997, pp.448~458.
- 박용태 외, 「산업별 기술혁신패턴의 비교분석」, 과학기술정책관리연구소, 1994.
- 송성수, 「철강산업의 기술혁신패턴과 전개방향」, 과학기술정책연구원, 1999.
- 윤현순, "21세기 혁신철강기술의 개발 전망", 「철강보」, 제24권 제9호, 1998, pp.22~27.
- _____, "일본 철강업계의 21세기 철강과학기술 전략", 포스코경영연구소, 1999.
- 이일욱, "혁신철강기술 개발과 그 영향", 「철강보」, 제25권 제6호, 1999, pp.28~35.

- 탁승문, "차세대 신강재 개발전망과 시사점", 「철강보」, 제24권 제7호, 1998, pp.20~26.
- 포스코경영연구소 철강본부, 「21세기 철강산업, 생존 전략은 무엇인가」, 1996.
- 한국철강신문, 한국철강협회, 「'99 철강연감」, 1999.
- 한양대학교, 「중장기 철강수급 전망 연구」, 1999.
- AISI(American Iron and Steel Institute), "Steel Industry Technology Roadmap", 1998.
- D'Costa, Anthony P., *The Global Restructuring of the Steel Industry : Innovations, Institutions and Industrial Change*, London and New York : Routledge, 1999.
- Hogan, William T., *Steel in the 21st Century : Competition Forces a New World Order*, Lexington, MA : Lexington Books, 1994 (국역 : 이재학 옮김, 「21세기 철강 : 경쟁을 통한 21세기 철강산업 재편 전망」, 광장서적출판부, 1996).
- Iansiti, Marco, *Technology Integration: Making Critical Choices in a Dynamic World*, Boston, MA: Harvard Business School Press, 1998.
- IISI(International Iron & Steel Institute), *Steel Statistical Yearbook*, 각년호.
- Pavitt, Keith, "Sectorial Patterns of Technical Change : Towards a Taxonomy and a Theory", *Research Policy*, Vol. 13, No. 4 (1984), pp.347~373.
- WSD(World Steel Dynamics), *Steel Strategist*, 각년호.
- 長銀總合研究所, 「我が國製造における業國際分業」, 1995.
- 下村泰人, "鐵鋼技術の將來論 : 技術進歩の推進力", 「鐵鋼界」1994년 10월호, pp.43~50.